

①②

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

②① Anmeldenummer: **80102239.3**

⑤① Int. Cl.³: **G 03 B 41/00**

②② Anmeldetag: **25.04.80**

③③ Priorität: **30.05.79 US 43924**

⑦① Anmelder: **International Business Machines Corporation, Armonk, N.Y. 10504 (US)**

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: **10.12.80**
Patentblatt 80/25

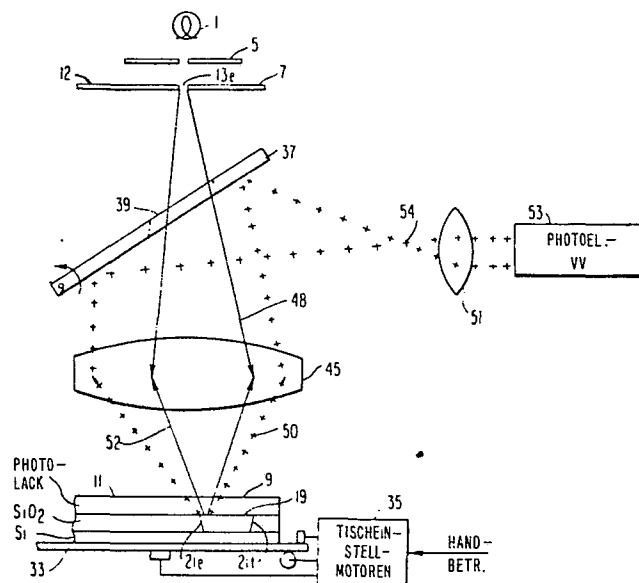
⑦② Erfinder: **Wilczynski, Janusz Stanislaw, 736 Kitchewan Road, Ossining New York 10562 (US)**

⑧④ Benannte Vertragsstaaten: **DE FR GB**

⑦④ Vertreter: **AEPLI, Leo B., Dipl.-Ing., Säumerstrasse 4, CH-8803 Rüschlikon/ZH (CH)**

⑤④ **Optische Projektionseinrichtung zum Ausrichten eines Projektionsbildes auf einer Oberfläche.**

⑤⑦ Die beschriebene optische Projektionseinrichtung umfaßt eine als ebener Spiegel ausgebildete, schräggehende Blende (37) mit wenigstens einer elliptischen Öffnung (39). Sie liegt zwischen einer Maske (7) mit Schaltungsmustern und einem telezentrischen Objektiv (45), wobei sie von unten kommende, durch Ausrichtmarken (19) in einer Oberfläche (9) gestreute Strahlen (50) von der Projektionsachse weglenkt. Strahlen (48) einer Quelle (1) fallen durch Ausrichtschlitze (13e) der Maske (7) sowie durch die Blendenöffnung (39) und beleuchten entsprechende Kanten (21e) von Ausrichtmarken (19) auf einer Halbleiterplatte. Streustrahlen (50) von diesen Kanten passieren die äußeren Teile des Objektivs (45), werden an der Spiegelfläche der Blende (37) abgelenkt und gelangen zu einem Photodetektor (53), der die Intensität der Streustrahlung bestimmt. Mit den durch die Ausrichtschlitze der Maske fallenden Strahlen werden die Ausrichtmarken der Halbleiterplatte durch Relativbewegung abgetastet, bis ein Strahlenmaximum festgestellt ist. Dieses Maximum zeigt die korrekte Ausrichtung von Maske und Halbleiterplatte an.



EP 0 019 721 A1

Optische Projektionseinrichtung zum Ausrichten eines
Projektionsbildes auf einer Oberfläche.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine optische Projektionseinrichtung zum Ausrichten eines Projektionsbildes auf einer Oberfläche, in der sich wenigstens eine Ausrichtmarke befindet. Diese Einrichtung ist für die
5 Durchführung lithographischer Verfahren, besonders bei der Herstellung elektronischer, integrierter Schaltungen, mittels Dunkelfeldbeleuchtung verwendbar.

Die Verwendung von optischen Apparaten zur Pro-
10 jektion von Schaltungsmustern auf Halbleiterplatten, die mit Photolack beschichtet sind, und die Weiterverarbeitung solcher belichteter Platten zur Herstellung entsprechender Schaltungen ist bekannt. In diesen Apparaten werden verschiedene Hilfsmittel für das Ausrichten einer Maske mit
15 Schaltungsmuster auf eine Halbleiterplatte eingesetzt. Beispielsweise beobachtet das Bedienungspersonal die Lage einer projizierten Ausrichtabbildung bezüglich entsprechender Ausrichthilfen auf der Halbleiterplatte und justiert diese Lage durch Verschieben eines Ausrichttisches im Handbetrieb.
20 Dadurch werden die Maske mit dem Schaltungsmuster und die Halbleiterplatte korrekt aufeinander ausgerichtet. Dieses Verfahren ist verhältnismässig langsam und unterliegt

menschlichen Fehlern.

In gewissen handbetriebenen Apparaten werden kumulierte Ausrichtfehler wegen mechanischer Abtrift im Apparat selber nicht richtig korrigiert. Ausserdem treten Ausrichtdifferenzen auf, wenn die Halbleiterplatte anfänglich bei der Herstellung in einer Maschine ausgerichtet und belichtet wurde, dann aber im Verlauf weiterer Herstellungsschritte in einer anderen Maschine wieder ausgerichtet und belichtet wird.

Schrittweise und mit Wiederholung arbeitende optische Projektionsgeräte bekannter Art benötigen z.B. anfängliches Ausrichten einer Platte und der entsprechenden Maske im Handbetrieb. Danach wird die Platte schrittweise in die nachfolgenden Belichtungspositionen verschoben. Es werden aber Halbleiterplatte und Maske nicht bei jedem Schritt neu ausgerichtet, da es bisher kaum möglich war, in geeigneter Weise und automatisch den durch einen Schritt verursachten Ausrichtfehler festzustellen und eine entsprechende Korrektur vorzunehmen.

In der Mikroskopie sind bereits verschiedene Verfahren mit Dunkelfeldbeleuchtung zur Beobachtung kleinster Objekte angewendet worden. Solche sind beispielsweise in den US-Patenten No. 3.752.560 und 1.943.509 beschrieben. Zusätzlich sind Ausrichtanordnungen mit Dunkelfeldbeleuchtung in den Veröffentlichungen der IBM TDB Vol. 17, No. 11, Seite 3264 (April 1975) unter dem Titel "Dark Field Illumination Device" und TDB Vol. 18, No. 2, Seite 414 (Juli 1975) unter dem Titel "Scattered Light Feedback Detector for Automatic Wafer Alignment" beschrieben. Praktische und wirksame Einrichtungen zum automatischen Ausrichten unter Verwendung von Dunkelfeldbeleuchtung gibt es bisher noch nicht.

Die vorliegende Erfindung bezweckt daher zuerst eine einfache aber wirksame Einrichtung aufzuzeigen, mit der bei optischer Projektion eine Abbildung auf einer entsprechenden Fläche ausgerichtet wird. Im weiteren wird eine

5 Einrichtung beschrieben, die dem automatischen Ausrichten von Masken mit Schaltungsmustern auf Halbleiterplatten während eines schrittweise ablaufenden, wiederholten Belichtungsverfahrens dient. Zusätzlich ist bezweckt, mit der vorgeschlagenen Einrichtung das Ausrichten von Maske und

10 Platte rascher und präziser durchzuführen, sowie die Dunkel-feldbeleuchtung wirksamer einzusetzen.

Die im Patentanspruch 1 definierte Einrichtung ist gekennzeichnet durch eine Strahlenquelle, durch eine den

15 Strahlengang unterbrechende aber wenigstens für einen zum Ausrichten genügenden Strahlenanteil durchlässige Maske, durch eine Blende mit wenigstens einem Strahlendurchlass in Projektionsrichtung für den zum Ausrichten genügenden Strahlenanteil, die strahlenablenkend ausgebildet ist für wenig-

20 stens an der genannten Ausrichtmarke gebeugte Strahlen. Sie ist ferner gekennzeichnet durch wenigstens ein den Strahlenanteil fokussierendes und auf der genannten Oberfläche abbildendes Objektiv, das die von der Oberfläche reflektierten Strahlen in Richtung Strahlendurchlass der genannten

25 Blende, die an der Ausrichtmarke gebeugten Strahlen jedoch in davon abweichender Richtung fokussiert, und schliesslich durch Vorrichtungen zur Ausführung einer Relativbewegung zwischen Projektionsbild und Ausrichtmarke unter Ueberwachung der Intensität der gebeugten Strahlen zwecks Aus-

30 richtung der genannten Oberfläche mit der Maske in einer durch ein Maximum der gebeugten Strahlen definierten Lage.

Die Erfindung wird nachstehend in Ausführungsbeispielen und anhand zugehöriger Zeichnungen erläutert. In

35 den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1 die schematische Darstellung einer ersten Ausführung der optischen Projektionseinrichtung,
- 5 Fig. 2 eine nicht-massstäbliche Draufsicht auf eine Maske mit Schlitzten, die dem Ausrichten nach X-, Y- und Winkelkoordinaten dienlich sind,
- 10 Fig. 3 eine Draufsicht auf ein blendenähnliches Element, wie es in Fig. 1 verwendet ist,
- Fig. 4 eine nicht-massstäbliche Draufsicht auf rechtwinklige Ausrichthilfen in der Oberfläche einer Halbleiterplatte,
- 15 Fig. 5 eine Schnittansicht der Ausrichthilfen von Fig. 4 entlang einer Linie 2-2,
- 20 Fig. 6 eine schematische Darstellung einer zweiten Ausführung der Erfindung in Form einer automatisch operierenden Projektionseinrichtung,
- 25 Fig. 7 eine Draufsicht auf das blendenähnliche Element, eine Photodetektoranordnung und schwingende Ablenkplatten von Fig. 6,
- Fig. 8 ein Blockdiagramm der Steuerschaltung für die Tisch- und/oder Ausrichtmuster-Einstellmotoren von Fig. 7,
- 30 Fig. 9 eine Draufsicht auf eine Maske mit winkelförmig geformten Ausrichtschlitzten, und
- 35

Fig. 10 eine Draufsicht auf ebenso winkelförmig geformte Ausrichtmarken in einer Halbleiteroberfläche.

5 In der nachfolgenden Beschreibung mit den zugehörigen Zeichnungen sind für verschiedene Ausführungsbeispiele gleiche Teile mit derselben Bezugsziffer versehen.

Die Fig. 1 zeigt schematisch ein optisches Ausrichtgerät mit Dunkelfeldbeleuchtung gemäss der vorliegenden Erfindung. Dieses Gerät erlaubt im besonderen das präzise Ausrichten einer Halbleiterplatte auf eine Maske, die Schaltungsmuster trägt, mittels einer optischen Projektions- und Belichtungseinrichtung. Die Anordnung kann dabei für
10 schrittweisen Betrieb mit Wiederholungen eingerichtet sein.
15

Wenn auch in Fig. 1 die gegenseitigen Beziehungen der Einrichtungskomponenten ersichtlich sind, so ist zu beachten, dass die Darstellung nicht massstäblich ist, um
20 bessere Uebersicht zu gewinnen. Die Lichtquelle 1, beispielsweise eine Quecksilber-Hochdruck-Bogenlampe, dient zur Beleuchtung einer Maske 7 mit Schaltungsmustern. Eine Blende 5 bewirkt, dass das Licht während des Ausrichtvorganges nur auf die Ausrichtschlitze der Maske 7 fällt. Sind Platte und
25 Maske ausgerichtet, dann wird die Blende entfernt, so dass die Lichtquelle 1 weitere Teile der Maske beleuchten und so ein Schaltungsbild projizieren kann.

Die Blende ist bei dem Ausrichtvorgang nur dann
30 notwendig, wenn die Photolackbeschichtung der Halbleiterplatte auf die Strahlen reagiert, welche durch die Ausrichtschlitze der Maske 7 dringen. Diese Blende kann also weggelassen werden, wenn während des Vorganges ein Filter oder ein anderes, geeignetes Mittel dazu verwendet wird, Strahlen
35 zu erzeugen, welche die Photolackschicht nicht beeinflussen.

Bei der Herstellung von Schaltungen dient die Maske 7 mit den Mustern dazu, ein Schaltungsabbild auf die entsprechende, mit Photolack beschichtete Platte 9 zu projizieren. Diese Platte besteht üblicherweise aus einer Basis z.B. aus Silizium, einer Zwischenschicht aus Siliziumoxid und einer obersten Schicht aus Photolack. Das Projektionsbild der Muster der Maske 7 belichtet Teile der photoempfindlichen Oberfläche der Platte 9. Danach werden bekannte chemische Prozesse angewendet, um auf dieser Plattenoberfläche ein Schaltungsmuster zu erzeugen, das dem Projektionsbild entspricht. Da normalerweise mehrere Herstellungsschritte zur Erzeugung eines bestimmten Schaltungsmusters auf einer Platte 9 notwendig sind, müssen Mittel gefunden werden, um die Maske 7 mit dem Schaltungsmuster präzise auf die Halbleiterplatte 9 auszurichten, bevor eine für integrierte Schaltungen vorgesehene Fläche 11 der Platte belichtet wird.

Gemäss der Fig. 2 wird in einer bevorzugten Ausführung der Erfindung eine Maske mit Schaltungsmustern verwendet, die drei getrennte Gruppen von Ausrichtschlitzen aufweisen kann. Jede dieser Gruppen wird dazu gebraucht, die Platte 9 nach bestimmten Koordinaten auf die Maske 7 auszurichten. Aus der Fig. 2 ist eine X-Koordinatengruppe 13 der Maske ersichtlich, die 3 Schlitzpaare mit der Bezeichnung 13a, b, c, d, e und f umfassen kann. Diese X-Koordinatenschlitze lassen Strahlen der Quelle 1 passieren, um Schlitzabbildungen auf der Platte 9 zu erzeugen.

Gleicherweise kann eine Y-Koordinatengruppe 15 sechs Schlitze 15a, b, c, d, e und f einschliessen. Diese dienen natürlich der Ausrichtung der Maske 7 auf die Platte 9 in Richtung der Y-Koordinaten. In vielen Fällen ist ein Ausrichten nach rechtwinkligen Koordinaten X und Y genügend. Es kann aber mit höherer Präzision ausgerichtet werden, wenn

eine dritte Gruppe 17 von Ausrichtschlitzen für die Winkellage benutzt wird, um stets wieder auftretende kleine Winkelkorrekturen in der Ausrichtung der Maske 7 auf die Platte 9 auszuführen.

5

Die Fig. 4 zeigt drei Gruppen von Ausrichthilfen auf einer Halbleiterscheibe, die den Schlitzen 13, 15 und 17 auf der Schaltungsmuster-Maske entsprechen. Es ist ersichtlich, dass die X-Gruppe 21 von Ausrichthilfen der Platte 9 den Schlitzen 13 a-f der X-Koordinatengruppe der Maske 7 von Fig. 2 entspricht. Im besonderen stimmen erfindungsgemäss die Schlitze 13a und 13b mit den Seitenkanten 21a und 21b der rechtwinkligen Muster auf der Platte 9 überein. Genauso passen die Schlitze 13c und 13d mit den Seitenkanten 21c und 21d und die Schlitze 13e und 13f mit den Seitenkanten 21e und 21f zusammen.

Die Y-Gruppe 23 von Ausrichthilfen auf der Platte 9 besitzt ebenfalls Seitenkanten 23 a-f, die mit den zugehörigen Schlitzen 15 a-f der Y-Koordinatengruppe 15 der Maske 7 zusammenpassen. Eine Gruppe 25 von Ausrichthilfen für die Winkellage kann ebenfalls vorgesehen werden, um Winkelkorrekturen in der Ausrichtung mit der zugehörigen Gruppe 17 von Ausrichtschlitzen der Maske 7 ausführen zu können.

25

Es ist zu beachten, dass die rechtwinkligen Ausrichtmarken der Halbleiterplatte 9 als Vertiefungen in deren Oberfläche ausgebildet sind. Die Fig. 5 zeigt dies in einer Schnittansicht der Gruppe 21 von X-Ausrichthilfen, wobei der Schnitt entlang der Linie 2-2 geführt und in Pfeilrichtung gesehen ist.

30

Jede rechtwinklige Vertiefung besitzt entsprechende Kanten 21a - 21 f. Solche Vertiefungen der Gruppen 21, 23 und 25 können nach bekannten Verfahren hergestellt

35

werden. Beispielsweise kann die Platte 9 zuerst zur Erzeugung von Ausrichthilfen grob auf eine Maske ausgerichtet werden, die rechtwinklige Oeffnungen derselben Grösse, Form und Lage wie jene der Fig. 4 besitzt. Mit einer Lichtquelle wird dann diese Maske beleuchtet, um entsprechende rechtwinklige Ab-
5 bilder auf photoempfindliche Randflächen einer Halbleiterplatte zu projizieren. Danach wird die belichtete Platte nach bekannten Verfahren behandelt und die Vertiefungen der Fig. 5 eingätzt. Anschliessend wird für bevorstehende Aus-
10 richtvorgänge mit nachfolgender Belichtung durch Schaltungsmuster die Plattenoberfläche mit transparentem Photolack beschichtet. In vielen Fällen kann dieser Sondervorgang umgangen und die Vertiefungen während des ersten Maskierungsschrittes der Fabrikation hergestellt werden. Es können aber
15 auch später noch zusätzliche Vertiefungen im Laufe des Fabrikationsvorganges erzeugt werden.

Zur Vereinfachung der Darstellung ist in Fig. 1 für die Maske 7 mit den Schaltungsmustern nur ein einzelner
20 Schlitz gezeichnet, der dem Schlitz 13e der X-Koordinatengruppe 13 von Fig. 2 entspricht. Desgleichen ist die Platte 9 nur mit einer einzelnen, zugehörigen Vertiefung 19 als Ausrichtmarke abgebildet, die zwei Kanten 21e und 21f besitzt. Um die Einzelheiten der Erfindung besser darzulegen,
25 sind die Platte 9 mit der Vertiefung 19 und die Maske 7 mit dem Schlitz 13e der X-Koordinatengruppe in Fig. 1 im Vergleich zu den anderen Komponenten der Einrichtung stark vergrössert gezeichnet. Bei einer bevorzugten Ausführung der Erfindung messen in der Plattenebene die Ausrichtschlitze der Maske
30 7 etwa $2\text{ }\mu\text{m}$ in der Breite, $20\text{ }\mu\text{m}$ in der Länge und liegen zwischen $6\text{ }\mu\text{m}$ und $10\text{ }\mu\text{m}$ weit voneinander weg.

Eine Halbleiterplatte 9 mit den Vertiefungen als Ausrichthilfen gemäss den Fign. 4 und 5 liegt während der
35 Arbeitsvorgänge auf einem Ausrichttisch 33, der in bekannter

Art ausgeführt sein kann. Ein solcher ist beispielsweise im US-Patent 3.870.416 beschrieben. Solche Tische dienen dazu, die Halbleiterplatte über kleinste Strecken in der X oder Y Richtung zu verschieben oder um kleinste Winkel zu schwenken.

5 Obwohl die erfinderische Einrichtung nicht auf die Verwendung eines bestimmten Ausrichttisches beschränkt ist, so ist doch für das Erzielen höchster Genauigkeit in einer bevorzugten Ausführung der Einsatz eines Tisches empfehlenswert, dessen Bewegungssteuerung mit einem Laser-Interferometer
10 ausgerüstet ist. Ein geeigneter Antrieb 35 für den Ausrichttisch dient der Verschiebung in X- und Y-Richtung und der Drehung um einen Winkel soweit notwendig. Das Ausrichten kann aber auch durch Verschiebung und Rotation der Maske geschehen.

15

Wenn eine Platte 9 auf den Tisch 33 gelegt und eine passende Maske 7 mit Schaltungsmustern und Ausrichtschlitzen gemäss Fig. 2 eingesetzt worden ist, dann werden Maske und Platte vorerst grob ausgerichtet. Danach wird die
20 Blende 5 geöffnet, um die Maske mit Strahlen der Quelle 1 zu beleuchten, wodurch auch Licht durch die Ausrichtschlitze der X-, Y- und Winkel-Koordinatengruppen 13-17 fällt. Die durchgelassenen Strahlen beleuchten die opake obere Fläche eines blendenähnlichen Elementes 37, beispielsweise eines
25 gewöhnlichen, ebenen Spiegels, der schwenkbar angeordnet ist und in die optische Achse der Einrichtung gebracht werden kann, wenn ausgerichtet wird, und der wieder hinausgeschwenkt wird, wenn das Ausrichten beendet ist. Die Strahlen der X-, Y- und Winkel-Koordinatengruppen 13-17 fallen dabei durch
30 entsprechende Oeffnungen im Element 37, die beispielsweise elliptische Form haben.

Die Fig. 3 zeigt eine Draufsicht dieses blendenähnlichen Elementes 37. Eine untere Oeffnung 39 liegt so,
35 dass die durch die Schlitze 13 a-f in der Maske 7 fallenden

Strahlen von ihr durchgelassen werden. Desgleichen lässt eine mittlere Oeffnung 41 die Strahlen der Schlitze 15 a-f und eine obere Oeffnung 43 die von den Schlitten 17 a-f stammenden Strahlen durch.

5

Die Strahlen, welche durch die elliptischen Oeffnungen des Blendenelementes 37 fallen, gelangen auf eine Teilfläche der Eingangsöffnung einer telezentrischen Projektionslinse 45. Gemäss der Erfindung sind die Abmessungen der Oeffnungen 39, 41 und 43 und die Lage des Blendenelementes 37 so gewählt, dass nur etwa die Hälfte der vollen Apertur der Eingangspupille der Projektionslinse 45 Strahlen empfängt, die durch die Oeffnungen 39, 41 und 43 fallen. Diese Lage sowie die Oeffnungsabmessungen des Blendenelementes 37 können aber auch verändert werden, um einen grösseren oder kleineren Teil der Oeffnung der Linse 45 für den Ausricht-Strahlengang zu benutzen. Ausserdem kann nach dem Babinet-Prinzip eine äquivalente Anordnung benutzt werden, wobei die bisherigen Spiegelflächen des Blendenelementes 37 transparent und die elliptischen Oeffnungen durch Spiegel ersetzt wären.

Die durch den Schlitz 13e und die Oeffnung 39 fallenden Strahlen 48 werden von der telezentrischen Projektionslinse 45 in einem Bereich fokussiert, der der Kante 21e der Vertiefung 19 entspricht. Die Ausdehnung in der Breite ist etwa gleich der Lichtwellenlänge geteilt durch die numerische Apertur des beleuchtenden Strahlenbündels. Wie die Fig. 1 zeigt, wird ein Teil 50 dieser Strahlen an der Kante 21e gebeugt oder abgelenkt und dringt anschliessend durch die äusseren Teile der telezentrischen Linse 45 oder des Objektivs. Die gebeugten Strahlen werden von den reflektierenden Flächen des Blendenelementes 37 ausgelenkt und von der Linse 45 im Bereich 54 gesammelt. Eine Vorrichtung zur Messung der Strahlenintensität, z.B. eine Sammellinse 51

mit nachfolgendem photoelektrischem Vervielfacher 53, empfangen die gebeugte Strahlung und erzeugen ein der Intensität proportionales Signal. Ein anderer Teil 52 der Strahlen 48 wird durch die Oeffnung 39 zurückgeworfen.

5

Die vom Photovervielfacher 53 registrierte Strahlenintensität entspricht der an der Kante der Vertiefung 19 in der Platte 9 gebeugten oder abgelenkten Strahlenmenge. Die Erfindung ist natürlich nicht auf diese Vorrichtung zur Strahlenintensitätsmessung beschränkt. Die Linse 51 kann beispielsweise weggelassen und zusätzlich eine andere Intensitätsmessvorrichtung benutzt werden. Linse 51 und Photovervielfacher 53 können sogar durch ein Beobachtungsgerät für einen menschlichen Beobachter ersetzt werden. In so einem Fall würde der Bedienende das Ausrichten der Ausrichtabbilder der Maske mit den Schaltungsmustern auf die entsprechenden Ausrichtmarken der Halbleiterplatte von Hand vornehmen.

20

Wenn also der Ausrichttisch 33 in einem kleinen Bereich in der X-Koordinatenrichtung verschoben wird, dann wird der Photovervielfacher 53 ein Strahlenmaximum messen, das der Ausrichtung des Schlitzes 13e der Maske 7 auf die entsprechende Kante 21e der Vertiefung 19 in der Platte 9 entspricht. Ein Maximum der gebeugten oder abgelenkten Strahlen bedeutet also Ausrichtung der Maske 7 auf die Platte 9. In der Praxis ist es unvermeidlich, dass kleine Schrägungen der Ausrichtkanten und kleine Versetzungsfehler verursacht durch Ueber- oder Unterätzen vorkommen. Es ist daher empfehlenswert Paare von Ausrichtschlitzen in der Maske zur gegenseitigen Kompensation zu verwenden. Mehrere solcher Schlitzpaare können auch zur Verbesserung der Messempfindlichkeit benutzt werden.

30

Der Einsatz der erfinderischen Einrichtung von Fig. 1 ist bisher nur bezüglich eines einzelnen Schlitzes und der zugehörigen Vertiefung 19 in der X-Koordinatenrichtung beschrieben worden. Im wirklichen Betrieb werden aber
5 gleichzeitig alle Schlitzte der X-Koordinatengruppe 13 in der Maske 7 gegenüber den Kanten der rechtwinkligen Vertiefungen der Gruppe 21 von Ausrichthilfen verschoben. Desgleichen werden auch die Schlitzte der Y-Koordinatengruppe
10 15 in der Maske 7 gegenüber den zugehörigen Kanten der rechtwinkligen Vertiefungen der Gruppe 23 von Y-Ausrichthilfen in der Platte 9 verschoben. Ist zudem eine Winkeljustierung vorgesehen, dann wird auch die Winkellage des Ausrichttisches 33 verändert, um die Ausrichtschlitze der Gruppe 17 für die Winkellage in der Maske 7 mit den zugehörigen Kanten der rechtwinkligen Ausrichtmarken in der Gruppe 25 auf der Platte 9 in Uebereinstimmung zu bringen.

Die Oeffnungen im Blendenelement 37 brauchen natürlich nicht elliptisch zu sein, um die Strahlen der Ausrichtschlitze durchzulassen. Abhängig von der Lage dieses
20 Elementes sowie von der Form der Ausrichthilfen können ebensogut besonders, z.B. rechteckig geformte Oeffnungen benutzt werden. Im weiteren kann erfindungsgemäss die ganze oder Teile der Photolackschicht, welche die Ausrichtvertiefungen bedeckt, entfernt werden, um die Messung der von
25 den Ausrichtkanten abgelenkten Strahlung zu erleichtern.

Gemäss Fig. 1 wird der Ausrichttisch 33 mit der Halbleiterplatte 9 verschoben, damit die Abbilder der Ausrichtschlitze mit den Ausrichthilfen auf der Platte zur
30 Deckung gebracht werden können. In der Regel braucht es wenigstens eine ganze Hin- und Herbewegung, um die Maske 7 und die Platte 9 auszurichten. Da diese Abtastung durch mechanische Bewegung ausgeführt wird, dauert sie üblicherweise einige Zehntelssekunden. Diese Abtastbewegung mag
35

für gewisse Anwendungen zufriedenstellend sein, ist jedoch für rationelle Herstelleranlagen ungeeignet. Daher ist in Fig. 6 eine andere, bevorzugte Ausführung der Erfindung dargestellt, in welcher durch eine optische Abtastbewegung rasch und automatisch die Abbildungen der Ausrichtschlitze mit den zugehörigen Ausrichtkanten in der Platte 9 zur Deckung gebracht werden, um Maske und Platte aufeinander auszurichten.

In der Fig. 6 ist eine transparente Ablenkplatte 65, die aus Glas bestehen kann, zwischen der Maske 7 mit den Schaltungsmustern und dem Blendenelement 37 eingezeichnet. Sie ist um eine Achse drehbar angeordnet, die senkrecht zur optischen Projektionsachse der Einrichtung und parallel zur Ebene der Maske 7 liegt. Im Betrieb führt die Ablenkplatte 65 eine schwingende Bewegung mit dem Auslenkwinkel θ aus, um die durch einen Schlitz wie 13e der Maske 7 fallenden Strahlen abzulenken. Bei einer bestimmten Lage der Ablenkplatte 65 fällt die Abbildung des Schlitzes 13e auf die Stelle 67 der Photolackschicht auf der Platte 9 oder direkt auf eine solche Platte, falls die Photolackschicht ganz oder teilweise über den Ausrichthilfen entfernt worden ist. Schwenkt nun die Ablenkplatte 65 mit einem gewissen Winkel um ihre Achse, dann verschiebt sich die Abbildung des Schlitzes 13e um eine gewisse Strecke über der stillstehenden Platte 9 zu einer benachbarten Position 69.

Wenn mit den durch den Schlitz 13e hindurchtretenden Strahlen die Fläche der Platte 9 in der Nähe der Kante 21e abgetastet wird, dann werden an der Oberfläche der Platte 9 wechselnde Mengen direkt reflektierter und abgelenkter bzw. gebeugter Strahlung erzeugt. Das projizierte Bild des Schlitzes 13e tastet also optisch die Plattenoberfläche 9 in der Nähe der Kante 21e ab, indem die Ablenkplatte 65 eine Winkelbewegung ausführt, und der Photovervielfacher 53 empfängt Strahlung wechselnder Intensität.

Im Interesse der Klarheit der Fig. 6 ist dort nur eine einzelne Ablenkplatte 65 und ein einzelner Schlitz 13e eingezeichnet. Durch die Schwenkungen der Ablenkplatte 65 tasten die Abbildungen aller Schlitze 13a - 13f der X-Koordinatengruppe 13 in der Maske 7 die zugehörigen Kanten 21a - 21f der rechteckigen Vertiefungen der X-Gruppe 21 der Ausrichthilfen auf der Platte 9 ab. Zusätzlich ist gemäss Fig. 7 eine weitere schwenkbare Platte 71 vorgesehen, um mittels der Schlitzabbilder der Y-Koordinatengruppe 15 der Maske die Y-Ausrichthilfen auf der Platte 9 abzutasten. Eine dritte Ablenkplatte 73 kann hinzugefügt werden, um mit den Schlitzabbildern der Winkelausrichtgruppe der Maske die entsprechenden Winkelausrichthilfen der Platte 9 abzutasten.

Jede dieser Ablenkplatten 65, 71 und 73 wird durch einen entsprechenden Motor 75, 77 bzw. 79 in schwingende Bewegung versetzt. Experimentell ist die Dicke der Ablenkplatten mit etwa 1 mm bestimmt worden, was eine brauchbare Ablenkung der Strahlen ergibt ohne die Fokussierung in den Maskenabbildungen auf der Halbleiterplatte zu stören. Diese Dicke gilt für ein telezentrisches Objektiv mit einer Apertur von annähernd 0,3 und einer fünffachen Verkleinerung.

Schwenkplatten-Abtastgeräte mit schwingenden, transparenten Platten zur Ablenkung von Strahlen sind bekannt und käuflich erwerbbar. So ist beispielsweise ein "Leitz"-Kantenabtastdetektor bekannt, der nach diesem Verfahren mittels Ablenkung eines Lichtstrahls eine Kante abtastet und deren Vorhandensein feststellt.

Gemäss der Erfindung werden die Maske 7 mit der Platte 9 anfänglich grob ausgerichtet und danach mit den Ausrichtabbildungen nach X-Koordinaten optisch die zugehörigen Kanten auf der Platte 9 abgetastet. Währenddessen stellt der Photodetektor 82 ein Maximum an Streustrahlung

fest, wenn jede Schlitzabbildung mit der zugehörigen Ausrichtkante übereinstimmt. Aus der Fig. 7 ist ersichtlich, dass der Photodetektor 81 ebenfalls ein Streustrahlenmaximum ermittelt, wenn die Projektionsbilder der Schlitze 15a - 15f auf die zugehörigen Kanten 23a - 23f fallen. Dasselbe gilt für den Photodetektor 83 bei Ausrichtung der Schlitze 17a - 17f auf die Kanten 25a - 25f.

Die von den Photodetektoren 81, 82 und 83 erzeugten Spannungssignale werden in der Motorsteuerungsschaltung 87 der Fig. 8 an entsprechende Verstärker und Spitzendetektoren weitergeleitet. Anschliessend wird ein Registerpunkt für die von jedem Detektor gemessene Spitzenspannung festgelegt. Dieser entspricht der Winkellage einer Ablenkplatte, bei welcher der zugehörige Detektor ein Spannungsmaximum eruiert. Da jede Ablenkplatte hin- und herschwingt, kann die Messspannung bezogen auf den Stellungswinkel der betreffenden Platte aufgezeichnet werden. Dies ergibt eine Spannungskurve mit einem Maximum bei einer bestimmten Winkelstellung, welche dem Registerpunkt entspricht.

Ist das Signal/Geräusch-Verhältnis der Detektorspannung relativ hoch, dann kann eine Schmitt-Triggerschaltung benutzt werden, um bei einem vorgegebenen Schwellenwert an der vorderen sowie an der hinteren Flanke der Spannungskurve je einen Registerimpuls abzugeben. Der Zeitpunkt, an dem jeder Registerimpuls erzeugt wird, entspricht einer besonderen Winkellage der Ablenkplatte. Die so definierten zwei Winkellagen schliessen eine besondere Winkel-lage ein, bei der die Detektorspannung ein Maximum erreicht und die dem Registerpunkt entspricht.

Für jede schwingende Ablenkplatte erzeugt ein zugehöriger Umschalter einen Referenzimpuls, und zwar wenn die Ablenkplatte sich in einer bestimmten Lage befindet. Dies

kann beispielsweise die Lage sein, in der die Abbildung nicht verschoben wird. Die Registerimpulse geben also die Winkelstellung der Ablenkplatte bei bestimmten Schwellenspannungen an, die das theoretische Spannungsmaximum am Registerpunkt einschliessen. Der Referenzimpuls hingegen bezeichnet den Zeitpunkt, bei welchem die Ablenkplatte so steht, dass keine Bildverschiebung verursacht wird. Es ergibt sich somit, dass die Zeitverzögerung von der Mitte zwischen beiden Registerimpulsen zum Referenzimpuls proportional dem Ausrichtfehler der Halbleiterplatte 9 mit Bezug auf die Maske 7 mit den Schaltungsmustern ist. Wird die Lage der Halbleiterplatte bezüglich der Maske in Richtung einer Verminderung dieser Zeitverzögerung verändert, dann sind Maske und Platte besser ausgerichtet.

Statt des Umschalters können auch andere Mittel zur Erzeugung eines Referenzimpulses eingesetzt werden, wenn die Ablenkplatte sich in einer besonderen Winkellage befindet. Beispielsweise kann eine periodische Sägezahnspannung dazu verwendet werden, den Antriebsmotor zu speisen, der die Ablenkplatte in Schwingungen versetzt. Diese Sägezahnspannung definiert dann jederzeit die Winkellage der schwingenden Ablenkplatte. Die Sägezahnspannung kann daher einem Schmitt-Trigger zur Erzeugung des Referenzimpulses zugeführt werden.

Die Zeitverzögerungskomparatoren 85 vergleichen den Mittelpunkt zwischen den Registerimpulsen, der dem Maximum entspricht, mit dem Referenzimpuls für jede Ablenkplatte und erzeugen dementsprechend ein Ausrichtfehlersignal. Dieses letztere wird als Analogspannung einem nachgeschalteten Antriebsverstärker eines Ausrichttisches 33 eingegeben, der gesteuert durch ein Laser-Interferometer und abhängig vom Zeichen und der Grösse des Fehlersignals in eine bestimmte Koordinaten-Richtung verschoben wird.

Natürlich wird gemäss dem beschriebenen Verfahren ein Fehler-
signal für jede Koordinaten-Richtung erzeugt, um den Ausricht-
tisch in die Ausrichtlage zu schieben. Die Fehlersignaler-
zeugung sowie die Tischverschiebung in entsprechende Koordi-
5 naten-Richtungen geschieht solange, bis die Zeitverzögerung
in jeder Richtung null oder fast null ist.

Höhere Präzision bei der Bestimmung des Register-
punkts oder des Spannungsmaximums kann durch zusätzliche
10 Schmitt-Triggerschaltungen erreicht werden, wenn diese auf
verschiedene Schwellenspannungswerte ansprechen. Beispiels-
weise können zwei Schmitt-Trigger vorgesehen werden, die
nach obigem Verfahren 4 Registerimpulse für 4 entsprechende
Winkelstellungen erzeugen. Diese Registerimpulse und der
15 Referenzimpuls erlauben dann die Bestimmung der zugehörigen
mittleren Verzögerungszeit.

Wenn das Signal/Geräusch-Verhältnis eher klein
ist, dann kann die Bestimmung des Registerpunktes oder des
20 Spannungsmaximums dadurch erfolgen, dass die Grösse der
Detektorspannung, welche für verschiedene Winkellagen der
Ablenkplatte gemessen wird, in digitaler Form gespeichert
wird. Danach kann mit bekannten Kurvenanpassungsverfahren
die Intensitätskurve mit der höchsten Wahrscheinlichkeit
25 in Funktion der Winkellage definiert werden. Der Nulldurch-
gang der ersten Ableitung der Kurve bezogen auf die Winkel-
lage kann anschliessend zur Bestimmung des Maximums der
Spannungskurve und des entsprechenden Registerpunktes heran-
gezogen werden. Die zwischen Registerpunkt und Referenz-
30 impuls liegende Zeitverzögerung wird wie bereits beschrieben
zur Einstellung des Ausrichttisches ausgenutzt.

Obwohl das Ausrichten nach X-, Y- und Winkelkoo-
rdinaten in Kombination beschrieben worden ist, kann die
35 Einrichtung sehr wohl für das Ausrichten von Maske und Platte

in bloss einer, oder zwei, oder mehr Richtungen ausgeführt werden. Denkbar ist beispielsweise eine Einrichtung zum Ausrichten einer Maske mit Schaltungsmustern auf eine Halbleiterplatte in Richtung der X- und Y-Koordinaten allein, wobei
5 die Winkellage durch andere Mittel justiert wird.

Die bisher beschriebenen und abgebildeten Ausrichtschlitze hatten Balkenform und die zugehörigen Vertiefungen als Ausrichthilfen waren daher rechteckig. Erfindungsgemäss
10 können jedoch auch andere Formen benutzt werden. In den Fig. 9 und 10 sind beispielsweise winkelförmige Schlitze für die Maske 7 vorgesehen und ebenso solche winklig geformten Vertiefungen mit entsprechenden Kanten können in der Halbleiterplatte 9 gebildet werden. Die erfindungsgemässe Ein-
15 richtung würde bei Verwendung dieser Form von Ausrichtmarken zusätzliche Verarbeitungsschaltungen benötigen, um ein Ausrichten nach X- und Y-Koordinaten durchzuführen. Solche Schaltungen sind aber für den Fachmann nur eine Frage der Projektierung. Sie stellen kein prinzipiell neues Problem
20 dar. Zudem ist zu berücksichtigen, dass jedes Mittel zur Erzeugung einer Relativbewegung zwischen den Abbildungen einer Schaltungsmustermaske 7 und einer Halbleiterplatte 9 brauchbar ist, obwohl hier Ausführungen beschrieben worden sind, welche die Schlitzabbilder oder die Platte als Ab-
25 bildungsebene bewegen, um so mittels der Abbildungen die Platte abzutasten. Es könnte daher z.B. die Maske 7 zur Ausübung der Abtastfunktion bewegt werden.

P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Optische Projektionseinrichtung zum Ausrichten
5 eines Projektionsbildes auf einer Oberfläche (9), in der
sich wenigstens eine Ausrichtmarke (19) befindet, gekenn-
zeichnet durch eine Strahlenquelle (1), durch eine den
Strahlengang unterbrechende aber wenigstens für einen zum
Ausrichten genügenden Strahlenanteil (48) durchlässige
10 Maske (7), durch eine Blende (37) mit wenigstens einem
Strahlendurchlass (39) in Projektionsrichtung für den zum
Ausrichten genügenden Strahlenanteil, die strahlenablenkend
ausgebildet ist für wenigstens an der genannten Ausricht-
marke (19) gebeugte Strahlen (50), ferner durch wenigstens
15 ein den Strahlenanteil (48) fokussierendes und auf der ge-
nannten Oberfläche (9) abbildendes Objektiv (45), das die
von der Oberfläche reflektierten Strahlen in Richtung
Strahlendurchlass (39) der genannten Blende (37), die an
der Ausrichtmarke gebeugten Strahlen jedoch in davon ab-
20 weichender Richtung fokussiert, und schliesslich durch Vor-
richtungen (33, 35, 53, 65, 87) zur Ausführung einer Relativ-
bewegung zwischen Projektionsbild und Ausrichtmarke (19)
unter Ueberwachung der Intensität der gebeugten Strahlen
(50) zwecks Ausrichtung der genannten Oberfläche (9) mit
25 der Maske (7) in einer durch ein Maximum der gebeugten
Strahlen definierten Lage.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, dass die Vorrichtungen zur Ausführung einer Relativ-
30 bewegung wenigstens einen Strahlendetektor (53) zur Erfas-
sung der an den Ausrichtmarken gebeugten Strahlen (50) ein-
schliessen, der derart ausgebildet ist, dass er ein der
Intensität der gebeugten Strahlen proportionales Signal
abgibt, und dass die genannten Vorrichtungen Mittel (33,

35, 87) zur Verschiebung der genannten Oberfläche (9) gegenüber der Maske 7 umfassen.

3. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Blende (37) wenigstens eine Oeffnung (39) als Strahlendurchlass aufweist, dass sie an feststehender Lage zwischen Maske (7) und Objektiv (45) um eine Achse schwenkbar angeordnet ist, und dass sie auf der dem Objektiv zugewandten Seite als Spiegelfläche ausgebildet ist.
- 10 4. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das genannte Objektiv (45) telezentrisch ausgebildet ist.
- 15 5. Einrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oeffnung (39) oder Oeffnungen in der Blende (37) im wesentlichen elliptisch geformt sind und dass die Lage der Blende und deren Oeffnungsgrösse derart gewählt sind, dass die hindurchfallenden Strahlen die Hälfte der
- 20 Objektiv-Eingangsöffnung beleuchten.
6. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die genannte Maske (7) Schlitzpaare (13a/b, c/d, e/f) aufweist, die in wenigstens einer Gruppe (13) einer
- 25 Koordinatenrichtung zugehörig angeordnet und auf der genannten Oberfläche (9) abgebildet sind, und dass die Oberfläche den Schlitzpaaren der Maske entsprechende Ausrichtmarken (21) aufweist, die Ausrichtkantenpaare (21 a/b, c/d, e/f) besitzen und in wenigstens einer Gruppe (21) derselben
- 30 Koordinatenrichtung zugehörig angeordnet sind.
7. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtungen zur Ausführung einer Relativbewegung wenigstens ein Strahlenablenkelement (65) umfassen,
- 35 das einer Koordinatenrichtung zugeordnet und so ausgebildet

ist, dass mit dem genannten Strahlenanteil (48) die in der Oberfläche (9) befindliche Ausrichtmarke abtastbar ist.

8. Einrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass das genannte Strahlenablenkelement als transparente Ablenkplatte (65) zwischen der Maske (7) und der genannten Blende (37) angeordnet und um eine der Maskenebene parallele Achse hin- und herschwingbar ausgebildet ist, so dass die Strahlablenkung eine Funktion der Winkellage der Ablenkplatte ist.
9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtungen zur Ausführung einer Relativbewegung wenigstens einen Referenzsignalgeber umfassen, dessen Impuls die Winkellage einer Ablenkplatte (65) definiert, wenn der genannte Strahlenanteil (48) nicht abgelenkt ist, dass ferner wenigstens ein Strahlendetektor (53) mit Auswerteschaltungen zur Abgabe eines dem Maximum der gebeugten Strahlen entsprechenden Registerimpulses ausgerüstet ist und dass schliesslich eine Steuerschaltung (87) vorgesehen und derart ausgelegt ist, dass die genannte Oberfläche (9) mit Bezug auf die Maske (7) durch eine Einstellvorrichtung (35) in wenigstens einer Koordinatenrichtung proportional zur Zeitverzögerung zwischen Referenzimpuls und Registerimpuls verschiebbar ist.

FIG. 1

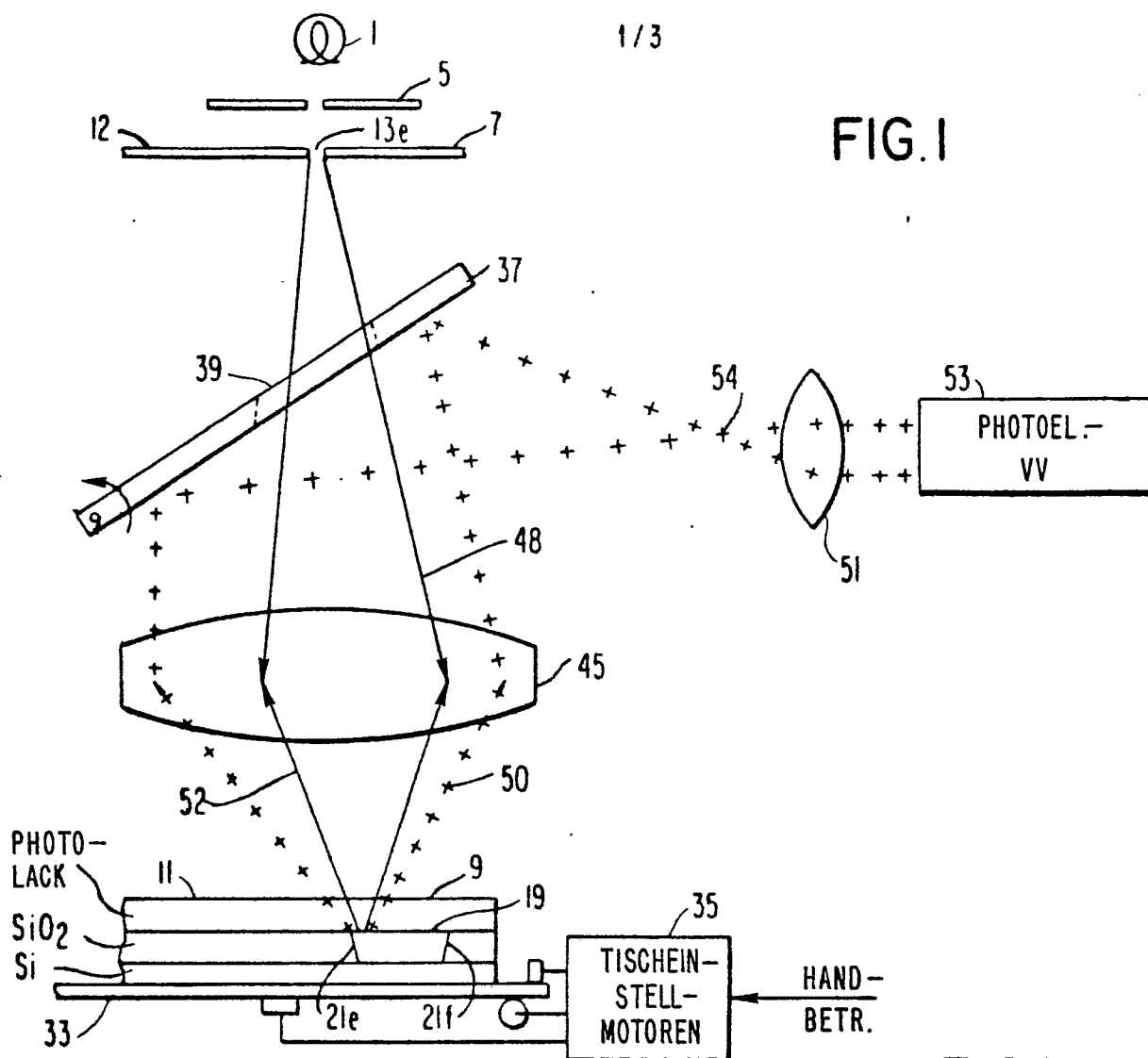


FIG. 2

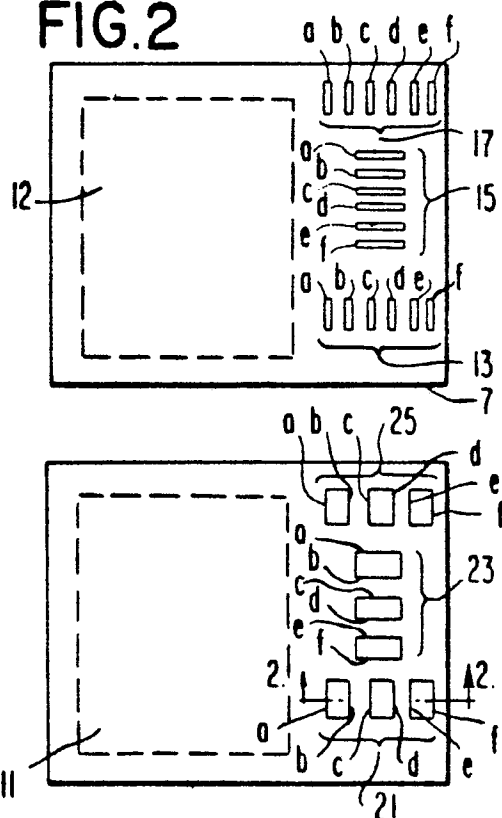


FIG. 3

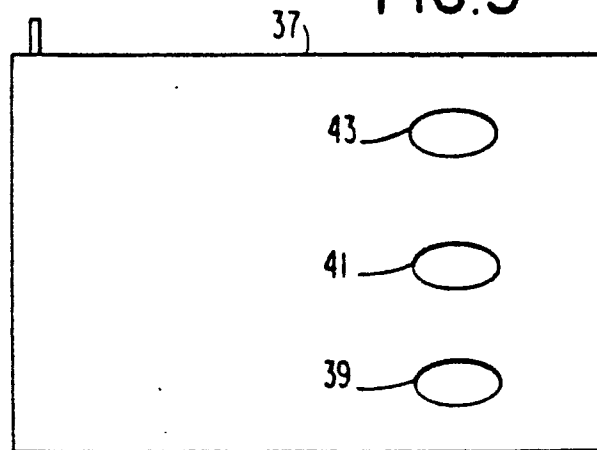


FIG. 4

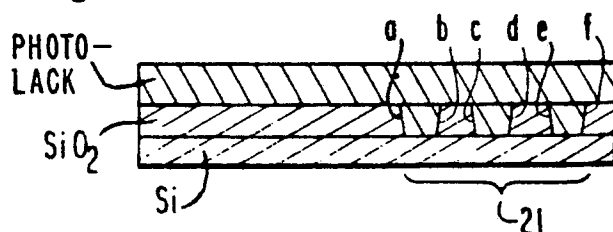


FIG. 5

FIG. 6

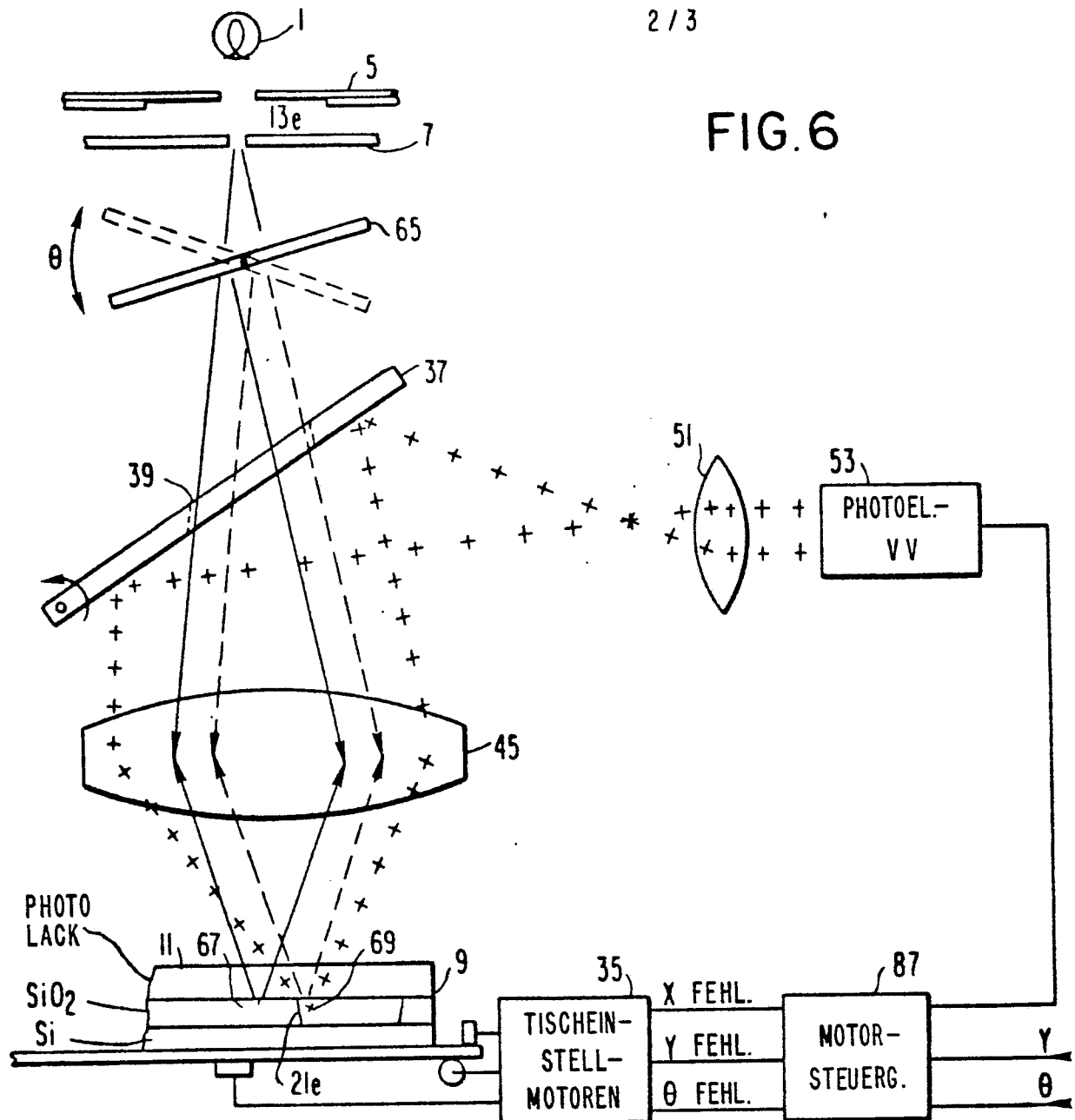


FIG. 9

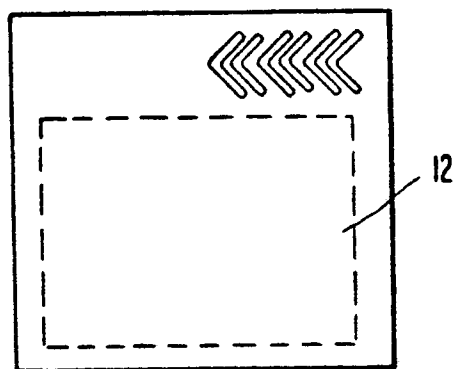


FIG. 10

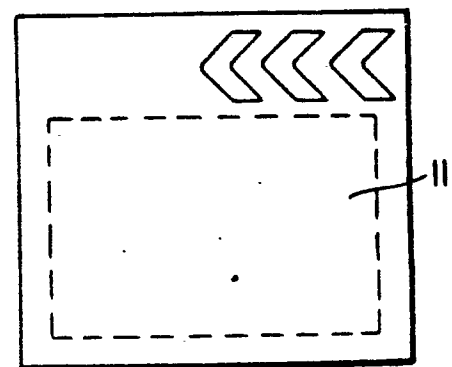


FIG. 7

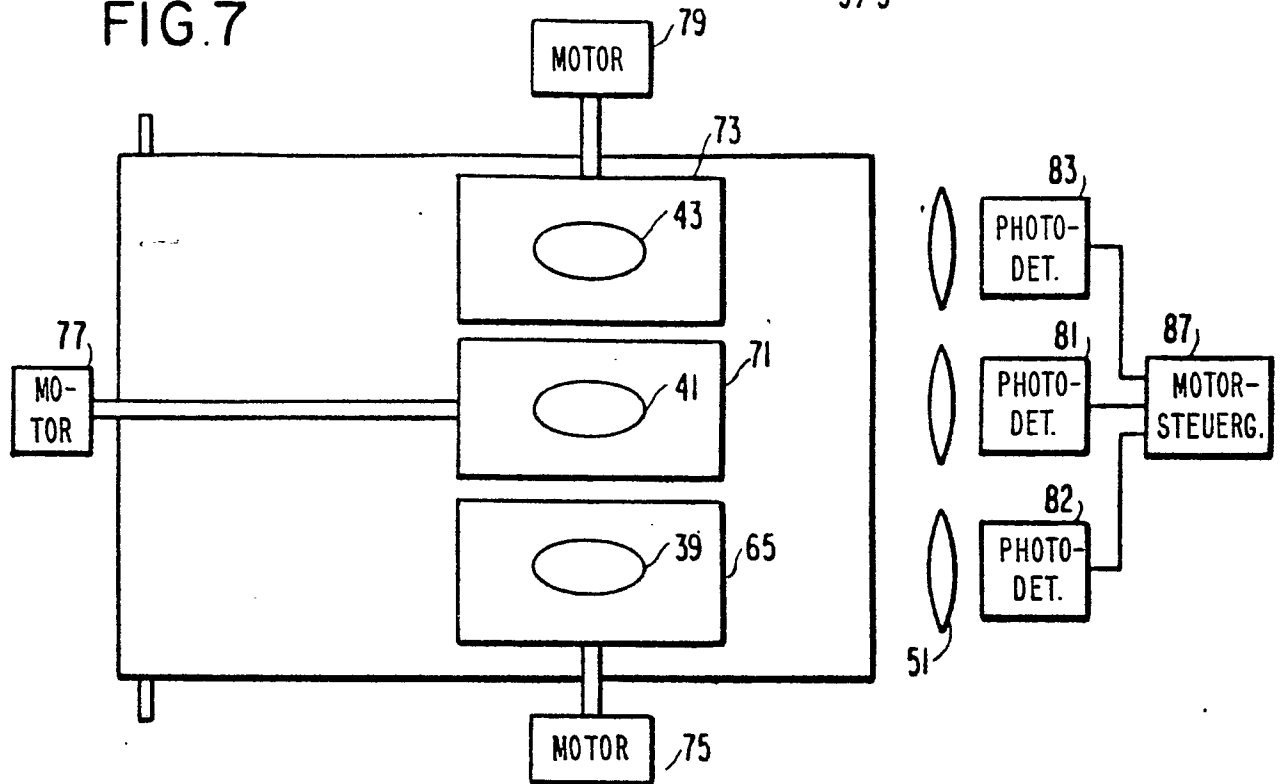
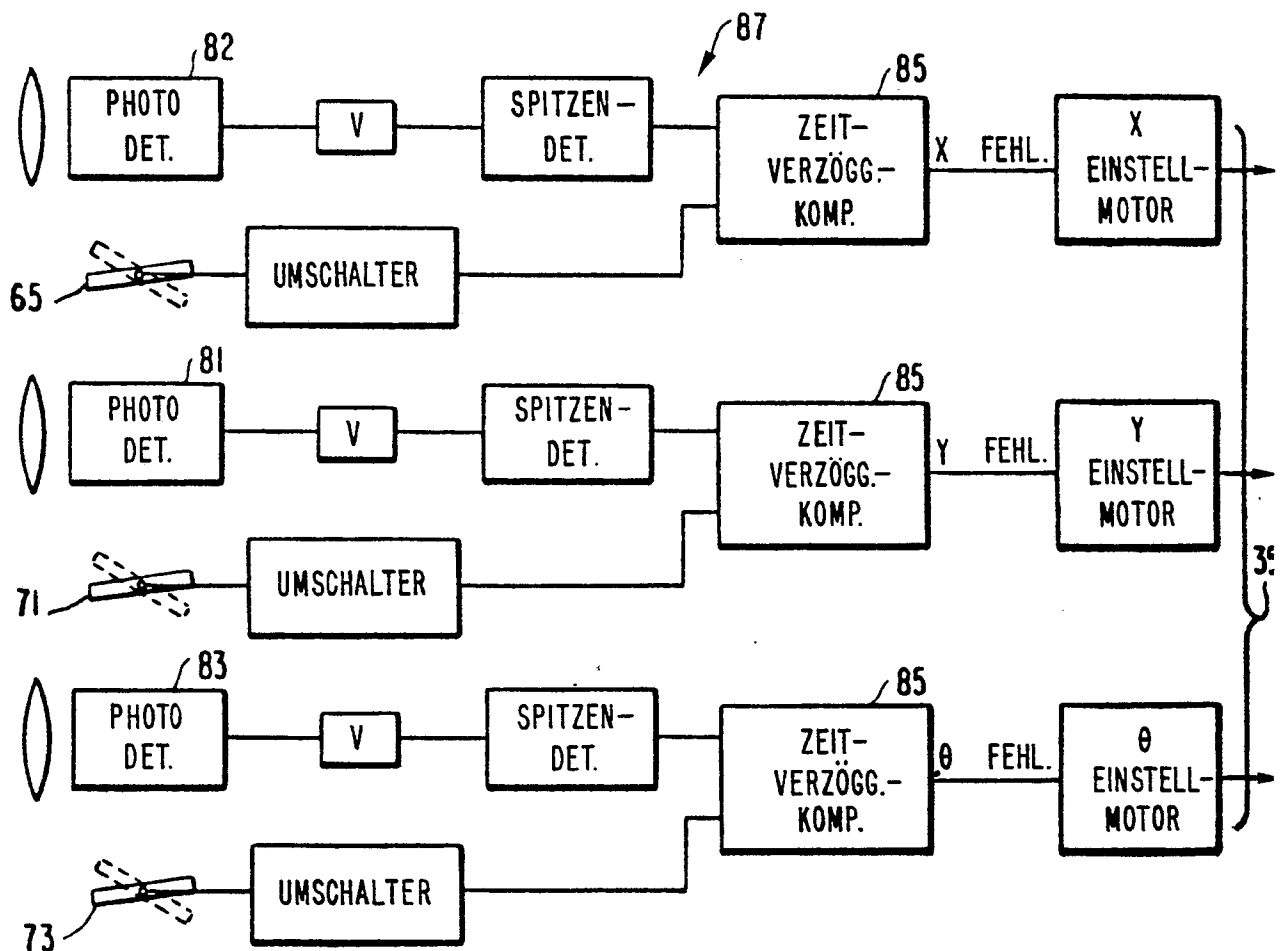


FIG. 8





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0019721

Nummer der Anmeldung

EP 80 10 2239

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl. ³)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
	<u>DE - A - 2 802 286</u> (CANON) * Patentansprüche 1 bis 3 * --	1,4	G 03 B 41/00
	<u>DE - A - 2 718 711</u> (CANON) * Patentansprüche 1 bis 3 * --	1,4	
	<u>DE - A - 2 615 084</u> (CANON) * Patentansprüche 1 und 5 * --	1,2,4	
	<u>FR - A - 2 389 928</u> (MASSACHUSETTS INSTITUTE OF TECHNOLOGY) * Patentansprüche 1 bis 4 * --	1,2,4, 6,7	G 03 B 41/00 G 05 D 3/00
	<u>FR - A - 2 274 073</u> (I.B.M.) * Seite 1, Zeile 26 bis Seite 3, Zeile 28 * --	1,2,6, 7,9	
	<u>US - A - 4 007 988</u> (BROMFIELD) * Spalte 2, Zeile 29 bis Spalte 4, Zeile 35; Abbildung 3 * ----	1,2,7, 8	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
Den Haag	05-09-1980	MEES	